



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Facultad Regional Multidisciplinaria, FAREM-Estelí

Efecto de fertilización con harina de roca en parámetros morfológicos del crecimiento de *Moringa oleifera* Lam

Trabajo de seminario de graduación para optar

Al grado de

Ingeniero Ambiental

Autores

Br. Allison Jailene Rizo Herrera

Br. Harold Alberto Chavarría Herrera

Br. Israel Antonio Vásquez Parrales

Tutor

MSc. Kenny López Benavides

**Estelí, Nicaragua
Mayo 2019**

RESUMEN

En este documento se presenta la efectividad de diferentes dosis de harinas de rocas en parámetros morfológicos del crecimiento de *Moringa oleifera* Lam en condiciones controladas de invernadero. Al definir las principales variables que caracterizan el diseño experimental, se establecieron cinco tratamientos de Bloques Completos al Azar (BCA): T₁: 25 (g) de harina de roca, T₂: 50 (g) de harina de roca, T₃: 75 (g) de harina de roca, T₄: 100 (g) de harina de roca y T₅: sin fertilización (control). El artículo reporta los resultados obtenidos del ensayo, en el cual se aborda todo lo relacionado al índice de calidad como el diámetro, altura, n° de hojas, por consiguiente, la biomasa radicular y aérea. Cabe destacar, que cada bloque contenía todos los tratamientos a evaluar y a su vez, 50 plantas equivalentes a un total de 250 plantas asignados aleatoriamente. Tomando en cuenta la capacidad de campo realizada, se aplicó un uso consecutivo de 204 cc de agua con una frecuencia de aplicación de cada dos días, con un recipiente plástico. De igual forma, se hicieron mediciones semanales del diámetro al cuello de la planta, altura y conteo del número de hojas. Al momento de realizar las mediciones tanto para diámetro, altura y número de hojas, los valores que se identificaron es que el tratamiento control y 25 g son los tratamientos que mejor se ajustaron en el comportamiento de *Moringa oleifera*; en cuanto al desarrollo en diámetro, los mismos dos tratamientos antes mencionados obtuvieron un mejor comportamiento en la planta a comparación con los otros tres tratamientos. En relación a la altura se encontraron diferencias significativas, ya que las plantas de los tratamientos 75 y 100 g se comportaron de manera diferente en la especie de Marango, es decir, que los primeros tres tratamientos tuvieron mejores resultados en cuanto a la altura. En relación a las variables morfológicas asociadas al desarrollo como por ejemplo número de hojas y producción de biomasa, las dos especies tuvieron un cambio a partir de las terceras mediciones, mostrando mayores diferencias entre especies a partir de la cuarta y quinta semana.

Palabras claves: *Moringa oleifera*, Bloques Completos al Azar, invernadero, índice de calidad.

I. INTRODUCCIÓN

La restauración y el rejuvenecimiento de los suelos a través de la utilización de los polvos de piedras o harina de rocas es un procedimiento sano y por ningún motivo la utilización de la harina de rocas es solamente un sistema alternativo aislado de la fertilización.

Las harinas de rocas han demostrado su efectividad como fertilizante y además, aportan los nutrientes básicos que cumplen un papel muy importante en el desarrollo de los sistemas de defensa de las plantas (producción de fitoalexinas), así como en la calidad nutracéutica de los alimentos. Este es un producto proveniente de la molienda de distintas rocas con un alto contenido mineral para así poder convertirlas dentro de su combinación en un complejo mineral con fines para ser utilizado dentro de la agricultura orgánica y convencional, principalmente en la recuperación de aquellos suelos desgastados o suelos pobres.

La invasión de la vegetación produce la aparición de un nuevo material, la materia orgánica que provoca cambios bioquímicos en el suelo. En las últimas décadas, la agricultura se ha apoyado principalmente en tres diferentes minerales: nitrógeno (N), potasio (K), fósforo (P). Este proceso de la agricultura “moderna” fue promovido en todo el mundo cuando en realidad, teníamos a nuestro alcance un amplio espectro de minerales que nos podían suministrar naturalmente las rocas a través de la remineralización del suelo (Plasencia, 2012).

En muchos suelos ácidos del mundo, especialmente en los trópicos, los problemas de fertilidad limitan la producción de cultivos, puesto que estos suelos generalmente tienen bajo contenido de fósforo (P) para las plantas y a menudo tienen una alta capacidad de fijación, lo que resulta una baja eficiencia de uso de los fertilizantes fosfóricos solubles en agua que hoy en día nuestros campesinos aplican en sus parcelas de cultivos por falta de conocimiento, y al final estos químicos degradan los suelos y obtenemos alimentos de mala calidad muy contaminados que vienen a provocar enfermedades cancerígenas en las personas (Chien, 2003).

La correcta nutrición de un cultivo está dada por la diversidad mineral, su presencia constante y localidad de esta, siempre tomando en cuenta el papel de la energía física, química y biológica del suelo. Con este proceso productivo estamos agilizando la fragmentación de las rocas por la meteorización. Los polvos de piedra son disueltos por el trabajo de la microbiología, flora y fauna del suelo, que en conjunto de la energía química y física ponen diariamente a disposición de las plantas los minerales que requieren para su óptimo crecimiento y desarrollo.

Por tal razón, el presente estudio pretende determinar el potencial de la harina de roca como fertilizante natural, puesto a que es una buena alternativa debido a que se lograrán numerosos beneficios como aumentar las producciones en las cosechas de los cultivos, consumo de alimentos sanos, ricos en minerales, de alto contenido nutricional y se vendrá a disminuir en gran manera enfermedades patológicas causadas por fertilizantes químicos que son nocivos para la salud.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En Nicaragua el daño en los suelos que advierte la Organización de las Naciones Unidas (ONU), se ha agravado en los últimos años porque en cada ciclo de la producción agrícola los fertilizantes químicos son demandado por los productores, puesto que, tienen la experiencia de ver un efecto inmediato sobre el crecimiento de su cultivo, estos se descomponen con el paso del tiempo y se acumulan muchas de ellas en el suelo, en el agua y en el cuerpo humano, transformándose en compuestos tóxicos altamente peligrosos para la vida.

Para mitigar el impacto en los suelos de Nicaragua se requiere de políticas públicas y privadas, pero sobre todo es urgente concientizar a los agricultores para que modifiquen sus prácticas de producción y comiencen a utilizar fertilizantes orgánicos para la disminución de enfermedades ambientales y a la salud humana. Cambiar esta situación, es el objetivo de nosotros como estudiantes fortaleciendo

el conocimiento sobre la harina de roca para mejorar la calidad de vida y estabilizar el mercado, debido a que es una forma de ahorrar grandes cantidades de dinero, y hacer que la agricultura sea una actividad más rentable que permitirá que nuestros campesinos vuelvan a trabajar la tierra de una manera saludable y sostenible.

III. METODOLOGÍA

Para realizar este estudio se construyó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA), en condiciones controladas (invernadero). Para ello, se dispuso un total de 250 plántulas de *Moringa oleifera* divididas en cinco bloques aptos para 50 plantas, con cada uno de los tratamientos. Cada bloque experimental obtuvo todos los tratamientos experimentales a evaluar, asignados aleatoriamente.

Tratamientos experimentales:

- T₁: Fertilización al 25% con harina de roca (25 gramos).
- T₂: Fertilización al 50% con harina de roca (50 gramos).
- T₃: Fertilización al 75% con harina de roca (75 gramos).
- T₄: Fertilización al 100% con harina de roca (100 gramos).
- T₅: Sin fertilización (Control).

Manejo experimental

- ✓ **Preparación del terreno:** se comenzó con la preparación del terreno, que consiste en la ubicación de camas metálicas para luego realizar la siembra.
- ✓ **Siembra:** para esta actividad se adquirió de pocas herramientas como barra, pala y nuestras infaltables manos para realizar de acuerdo al distanciamiento establecido.

- ✓ **Control de Plagas:** Realizamos este control supervisando el área cada 7 días, para controlar la incidencia de plagas.

Método de muestreo

El muestreo utilizado es no probabilístico intencional, ya que, todas las observaciones que se realizaron con las plantas de marango en combinación con harina de roca como fertilizante son en base a resultados que obtuvimos por los procesos naturales de la planta debido a que se estuvo trabajando con una réplica, seguido de las condiciones controladas en el invernadero de la Estación Experimental El Limón.

Como propuesta para desarrollar la harina de roca se enumeraron 250 plantas ubicadas en tres camas metálicas que estaban situadas en el invernadero con 5 bloques aptos para 50 plantas por bloque con diferentes dosis de harina de roca (25%,50%, 75%,100%), el cual se realizó con el cultivo de *Moringa oleifera*, este por ser un cultivo rápido y así, identificar el potencial nutricional que tiene este fertilizante para las plántulas de *Moringa oleifera*.

Se realizó el pesado de cinco bolsas plásticas de 6x8, de las cuales se obtuvieron diferentes pesos en el llenado de éstas, es decir, de tierra con granza, entre los pesos sobresalían:

- Bolsa 1: 7 lbs 4 onz
- Bolsa 2: 6 lbs 6 onz
- Bolsa 3: 6 lbs 8 onz
- Bolsa 4: 6 lbs 11 onz
- Bolsa 5: 6 lbs 15 onz

Determinación de la Capacidad de Campo (CC)

La capacidad de campo, representa el contenido de humedad del suelo y depende fundamentalmente de la textura, cantidad de materia orgánica y grado de compactación de éste.

En la presente práctica de laboratorio, se determinó utilizar el método de manguera o llamado también método de la columna de suelo para la obtención de la capacidad de campo.

El procedimiento que se empleó fue recolectar en campo una muestra de suelo, la cual se pasó por una malla de tamiz con un haz de luz de 2 mm, utilizando una balanza eléctrica con una precisión de 0.1/0.05 g, marca JADEVER, modelo SNUG III -3000, con una capacidad de 300 g., se obtuvieron tres muestras de 100 g cada uno, en los envases de crisol que se utilizan como instrumentos en los laboratorios, de igual forma, colocamos la cantidad de 100 g de suelo en los tubos para lograr una mayor compactación y de inmediato se le agrega agua a los tubos que contienen el suelo, para luego dejarlo reposar aproximadamente por 24 horas debido a que es un suelo franco, y la hora precisa es cuando ya no desciende la humedad del suelo, sacamos la muestra de suelo húmeda y la introducimos al horno por 24 horas con una temperatura de 105° C, para determinar finalmente el peso seco.

Se utilizó la siguiente fórmula:

Fórmula, según Israelson y West (1992) :

$$CC = P_{S_{cc}} = \frac{M_{sh} - M_{ss}}{M_{ss}} \times 100$$

Donde:

CC = capacidad de campo.

P_{S_{cc}} = peso de suelo a capacidad de campo.

M_{sh} = muestra de humedo.

M_{ss} = muestra de suelo seco.

Calculando:

$$CC = P_{S_{cc}} = \frac{138 \text{ g} - 82 \text{ g}}{82 \text{ g}} \times 100$$

$$CC = P_{S_{cc}} = \frac{56 \text{ g}}{82 \text{ g}} \times 100$$

$$CC = P_{S_{cc}} = 0.68 \times 100$$

$$CC = P_{S_{cc}} = 68 \%$$

Regla de 3: Este resultado reafirma el anterior.

$$100 \text{ g} = 100 \%$$

$$x = 68$$

$$100 x = 6,800$$

$$x = \frac{6,800}{100}$$

$$x = 68 \text{ g.}$$

Tenemos que $1 \text{ g} = 1 \text{ cm}^3 = \text{ml} = \text{CC}$. Por tanto, a cada 100 g de suelo se le aplicarían 68 ml de agua. Cada bolsa contiene en promedio $3,000 \pm 104 \text{ g}$ de suelo y, por lo tanto, se aplicarán 204 cc de agua por bolsa (gestión de riego) con una frecuencia de 2 veces por semana.

$$100 \text{ g} = 68 \text{ cc}$$

$$3,000 = x$$

$$100 x = 204,000$$

$$x = \frac{204,000}{100}$$

$$x = 204 \text{ cc.}$$

IV. DISCUSIÓN

En esta sección se abordan los resultados obtenidos acerca de la efectividad de la harina de roca sobre el crecimiento de *Moringa oleifera*. Lo que permite comparar si las dosis de harina en gramos son más efectivas en el crecimiento, desarrollo y sobrevivencia del marango en comparación al testigo.

La distribución de harina de roca consistió en aplicarla a la parte superior de la planta para identificar el comportamiento que éstas tienen con este método, sabiendo que la forma correcta de aplicación es haciendo un agujero en el sustrato que contiene la bolsa plástica y por ende, ingresar la harina de roca, esto con la finalidad de que la planta la absorba directamente.

4.1. *Determinación en el comportamiento de desarrollo en diámetro, altura y número de hojas en función de los tiempos de muestreo*

4.1.1. Efecto de la fertilización respecto a la altura

Se encontró un efecto significativo ($p = 0.0001$) en al menos uno de los tratamientos experimentales en función de la altura de la planta (Figura 1). En el tratamiento experimental que no se aplicó harina de roca (control), las plántulas alcanzaron la mayor altura promedio (20 ± 0.5 cm). Sin embargo, el control no presentó diferencias estadísticamente significativas con la aplicación de 25 y 50 g de harina de roca. No obstante, las aplicaciones de 75 y 100 g presentaron un efecto significativo en relación al control.

Según (Bernabé, 2008) expresa que la *Moringa oleifera* es una especie de crecimiento muy rápido, ya que aporta gran cantidad de nutrientes al suelo, además de protegerlo de factores externos como la erosión, la desecación y las altas temperaturas.

Por esta razón, asumimos que la causa de obtener una mayor altura en las plantas de control, es por el crecimiento rápido que presentan de forma natural, en comparación con los tratamientos de 75 y 100 g.

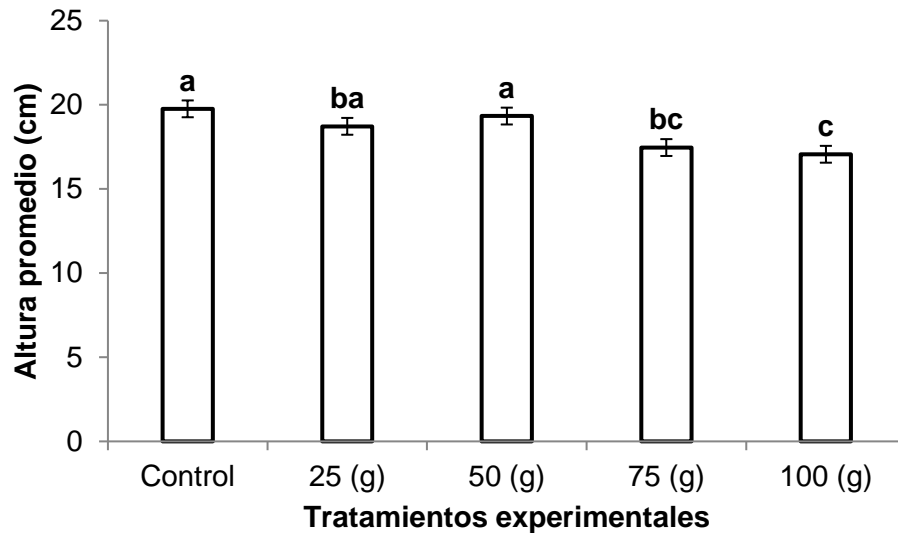


Figura 1. Desarrollo de altura en la planta de *Moringa oleifera*. Las líneas sobre las barras corresponden a los errores estándar.

Existen diferencias significativas en el efecto de fertilización en relación al diámetro, es decir, que el tratamiento que presenta mayor efectividad es el control y el de 25 g.

El diámetro es uno de los parámetros que generalmente se mide de forma directa y es básico para describir la planta, el diámetro está relacionado con la edad, aparte de indicar el crecimiento, también es una variable para calcular el área basal o biomasa como parámetro indicador del potencial producido del forraje, madera, semilla u otro producto (Pérez *et al.*, 2011).

De acuerdo con Toral e Iglesias (2012), las procedencias con buen crecimiento en diámetro basal y altura durante la fase de establecimiento, se caracterizan por tener una alta efectividad en la manera de adaptarse al sitio.

Por esta razón, asumimos que la causa de obtener un mayor diámetro en las plantas de control, 25 g, es por el crecimiento rápido que presentan de forma natural, en comparación con los tratamientos de 50, 75 y 100 g.

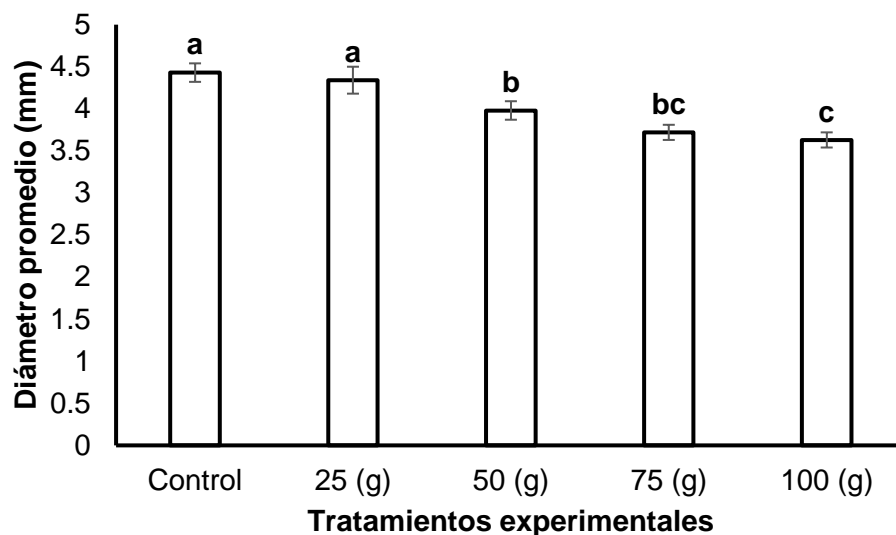


Figura 2. Desarrollo del diámetro en la planta de *Moringa oleifera*, en función de los tiempos de muestreo.

4.1.2. Efecto de la fertilización respecto al número de hojas

No existe diferencia significativa ($p = 0.0848$) en cuanto al efecto de las diferentes dosis de harina de roca en el número de hojas de las plantas de *Moringa oleifera*, encontrando un promedio de 9 hojas por plantas (Tabla 3). Este resultado es similar al encontrado por Medina *et al.*, (2007) quienes indican que *Moringa oleifera* en vivero a las diez semanas de edad tienen un promedio 12 hojas por planta.

Pineda (2004), citado por Medina *et al.*, (2010), plantean que el incremento en el número de hojas describe la necesidad de la planta de disponer de mayor área fotosintetizadora desde su etapa inicial, ya que cada hoja es un órgano especializado cuya función principal es la fotosíntesis, proceso que requiere el suministro constante de agua, energía radiante y bióxido de carbono para obtener las estructuras carbonadas básicas promotoras del desarrollo foliar.

Tratamientos experimentales	N° de hojas	Error estándar
Control	8.95	0.12
25 (g)	8.72	0.13
50 (g)	8.86	0.13
75 (g)	8.61	0.13
100 (g)	8.9	0.37

Tabla 1. Número de hojas de *Moringa oleifera* en sus etapas de crecimiento en vivero

4.2. Determinación el efecto de diferentes dosis de harina de roca en la producción de biomasa aérea y radicular en plántulas de *Moringa oleifera*

4.2.1. Efecto de la diferente dosis de harina en la producción de biomasa aérea y radicular

La biomasa (aérea y radicular), es la cantidad de materia acumulada en un individuo, correlacionada con la supervivencia en campo, con el diámetro del tallo o cuello de la raíz y con el diámetro de la parte aérea y del sistema radical (Vera, 1995).

Los valores que se obtuvieron en los diferentes tipos de dosis de harina en la producción de materia seca de biomasa aérea y radicular, en el experimento destaca en primer método de 25 g con 3.4 g, seguidamente el tratamiento de 75 y 100 g con 30 g, se obtuvo valores de 2.8 g y 2.6 g, en los tratamientos de 50 y control respectivamente.

En cambio, para la biomasa subterránea podemos ver el efecto de las diferentes dosis de harina de roca el tratamiento control consiguió una producción de materia seca de 3.2 g, seguidamente el tratamientos de 100 g, produjeron materia seca de 2.8 g, en cambio los tratamientos de 25 y 50 g, produjeron materia seca de 2.4 g, por último observamos que se obtuvo valor bajo para el tratamiento de 75 g con una cantidad de 20 g de materia seca.

Producción de materia seca de la parte aérea muestra que los tratamientos evaluados de control y 100 g, obtuvieron un similar comportamiento mostrando diferencia entre la especie a partir del crecimiento final para la variable de materia seca. En estudios realizados por González (2014), nos muestra resultados mayores a los obtenidos en el presente estudio, dicho autor muestra registró un promedio de 5.5 g y 4.5 g respectivamente, mientras que en nuestro estudio los resultados fueron 2.8 g y 3 g respectivamente.

El estudio realizado por (Gonzalez, 2014) nos muestra que se encontraron resultados similares a los obtenidos en este experimento con respecto al marango, registrando 4.5 g.

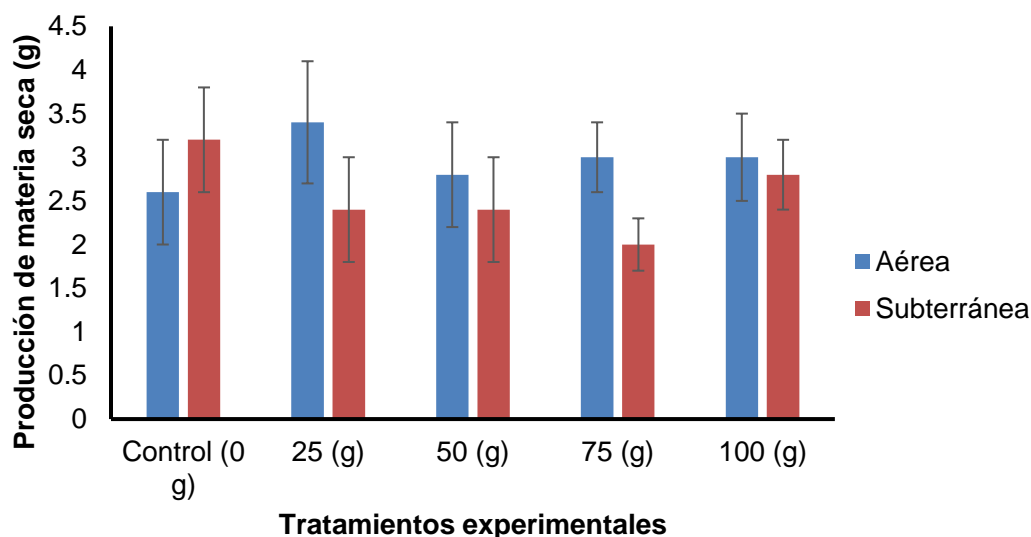


Figura 3. Índice de producción de materia seca en biomasa aérea y radicular en su etapa de muestreo.

XI. CONCLUSIONES

Se encontró que el tratamiento control y 25 g, son los que mejor se ajustaron en el comportamiento de la *Moringa oleifera*, en cuanto a desarrollo en diámetro, es decir, que las plantas tuvieron un mejor comportamiento en el crecimiento de la planta a comparación de los demás tratamientos.

En relación a la altura no se encontraron diferencias significativas, ya que las plantas con 75 y 100 g, se comportaron de manera diferente en los demás tratamientos empleados en la especie de marango, es decir, que todas las plantas tuvieron un comportamiento normal en el crecimiento (altura) con los tratamientos que tenían poca cantidad de harina de roca.

En relación a las variables morfológicas asociadas al desarrollo, como por ejemplo, número de hojas y producción de biomasa, las dos especies tuvieron un cambio a partir de las terceras mediciones, mostrando mayores diferencias entre especies a partir de la cuarta y quinta semana.

En cuanto a la biomasa aérea se encontró diferencias significativas en los tratamientos empleados, siendo estos los tratamientos de 25 y 100 g, mientras el volumen radicular indica que la dosis con mejor comportamiento son el control y el tratamiento de 100 g. Lo que muestra que hay una mejor producción de biomasa aérea y radicular entre los demás tratamientos.

REFERENCIAS

Amaya, F, M. J. (24 de Agosto de 2014). *biologiadesuelo..blogspot.com*. Obtenido de <http://biologiadesuelo.blogspot.com/2014/08/caracteristicas-biologicas-del-suelo.html>

Bernabé, F. y. (2008). *Efectividad de riegos artesanales sobre el crecimiento de Moringa oleifera Lam.*

Chien, S. (2003). *Uso agronómico de la harina fosfórica para aplicación directa*. Alabama: Special Publications.

FAO. (2001). *fao.org*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/004/y3557s/y3557s14.htm#TopOfPage>

Gonzalez. (2014). *Efectividad de los riegos artesanales en las plantas de Moringa oleifera*.

- INTA - PN, F. C.-L. (2003). *inta.gob.ni*. Obtenido de <http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/guias/guia%20sobre%20la%20fertilizacion%20de%20los%20suelos.pdf>
- LOMBEC. (30 de 05 de 2008). Composición y características del humus de lombriz. *Producto Ecológico*.
- Nikolaus Foidl, L. M. (2016). *Utilización del marango (Moringa oleifera)*. Obtenido de fao.org: <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/agrofor1/foidl16.htm>
- OIT. (2016). <http://training.itcilo.it>. Obtenido de http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/kemi/ciwmain.htm
- Peralta Jarquín, F. A. (2001). *Nuestro Pais*. Estelí: ISNAYA.
- Peralta, T. A. (15 de 10 de 2005). *visita de nicaragua*. Recuperado el 15 de 01 de 2017, de visita de nicaragua: <http://www.visitanicaragua.com/esteli/>
- Plasencia, D. S. (2012). *MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO COMO FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS DE TRANSICIÓN HACIA LA AGROECOLOGÍA*. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3244/1/Tesis.pdf>
- Rivera, J. (2007). *Manual práctico El A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas*. Managua, Nicaragua: SIMAS.
- Romero, H. G. (30 de abril de 2015). Suelos degradados y salud en peligro. *El daño en los suelos en el Pacífico y Centro de Nicaragua amenaza la seguridad alimentaria y la salud*, pág. 1.
- Vera. (1995). *Efectividad de los riegos artesanales en las plantas de Moringa oleifera*.